

IAP20 Rec'd PCT/PTO 16 JUN 2005

Verfahren und Vorrichtung zum Magnetronputtern**Anmelderin:****Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten
Forschung e.V.**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Magnetronputtern. Diese Techniken werden zur Abscheidung von Funktions- und Veredelungsschichten verwendet. Magnetronputtertechniken werden bereits in 10 großem Maßstab, beispielsweise für die Beschichtung von Architekturglas, in der industriellen Fertigung eingesetzt.

Von besonderer technischer Bedeutung sind Beschichtungsprozesse, bei welchen die Beschichtung aus mehreren chemischen Elementen zusammengesetzt ist. Als 15 Beispiel sei Titandioxid genannt. Bei solchen Beschichtungsprozessen wird oftmals die metallische Komponente durch Zerstäuben eines metallischen Targets bereitgestellt. Die weitere Schichtkomponente wird gasförmig in die Prozesskammer eingeleitet. Bei diesen sogenannten 20 reaktiven Beschichtungsprozessen können hohe Beschichtungsraten und optimale Schichtqualität nur dann erreicht werden, wenn der Prozess im Bereich instabiler Arbeitspunkte betrieben wird. Dieser sogenannte Transition Mode zeichnet sich dadurch aus, dass die Reaktivgaszufuhr 25 einerseits groß genug ist um eine ausreichende Menge an Reaktivgas für die Schichtabscheidung bereit zu stellen. Andererseits ist die zugeführte Menge an Reaktivgas jedoch

REDACTED

so gering, dass eine Kontamination des Sputtertargets mit Reaktivgas vermieden wird. Gleichbleibende Qualität und Reproduzierbarkeit der Beschichtung setzen gerade bei diesen instabilen Arbeitspunkten den Betrieb der 5 Magnetronputteranlage mit Hilfe komplexer Regelschleifen voraus.

Magnetronputterquellen lassen sich nach dem Stand der Technik durch die zugeführte elektrische Leistung oder den Reaktivgasfluss beeinflussen. Das notwendige Regelsignal 10 kann durch Messung verschiedener Parameter erhalten werden. So wird beispielsweise in der EP 1 232 293 B1 vorgeschlagen, den Oberwellenanteil der elektrischen Parameter der Entladung als Regelgröße zu verwenden.

Aus der EP 0 795 623 A1 ist bekannt, den Partialdruck von 15 Reaktivgasen mit geeigneten Sonden zu bestimmen. So kann beispielsweise der mit einer Lamda-Sonde gemessene Sauerstoffpartialdruck als Regelgröße verwendet werden. Aus J. Affinito et al., J. Vac. Sci. Technol. A 2 (1984), S. 1275-1284 ist bekannt, eine Magnetronputterquelle durch 20 Messung der Plasmaimpedanz zu regeln. Die Dissertation von J. Strümpfel, „Prozessstabilisierung beim reaktiven Hochratenzerstäuben mittels optischer Emissionsspektroskopie zur industriellen Herstellung von Indium-Zinn-Oxidschichten und Titandioxidschichten“, Chemnitz 1991, beschreibt als 25 weitere Möglichkeit die Messung der Intensität ausgewählter Spektrallinien des Plasmas der Magnetronputterquellen.

Weiterhin ist die Abscheiderate einer Magnetron-Sputterquelle, welche im instabilen Übergangsbereich betrieben wird, nicht absolut bekannt. Daher müssen die 30 Schichtdicken der hergestellten Schichten auf dem Substrat nach der Abscheidung bestimmt werden. In erster Linie werden

hierzu optische Messungen wie Fotometrie oder Ellipsometrie verwendet.

Um eine gleichbleibende Schichtqualität, einen gleichbleibenden Schichtaufbau und eine gleichbleibende Schichtdicke zu gewährleisten, ist der beschriebene apparative Aufwand für jede einzelne Sputterquelle einer Beschichtungsanlage, notwendig. Hieraus resultieren zum einen hohe Kosten in Anschaffung und Betrieb der Beschichtungsanlage als auch eine große Störanfälligkeit.

10 Dies gilt insbesondere für große In-linesysteme.

In solchen In-linesystemen wird die Beschichtung von Stahlbandsubstraten oder Architekturglas im Durchlaufverfahren großtechnisch durchgeführt. Solche Beschichtungsanlagen verfügen über eine große Anzahl von Magnetron-Sputterquellen. Typisch sind hierbei zwanzig bis etwa dreißig Quellen, es sind jedoch auch Anlagen mit bis zu sechzig Magnetron-Sputterquellen im Einsatz. Entscheidend für die industrielle Fertigung ist dabei das Zusammenspiel all dieser einzelnen Sputterquellen, wobei häufig mehrere Quellen ein und das selbe Material abscheiden. Nur durch sehr großen Aufwand ist es dabei möglich, dass alle Quellen im Hinblick auf Schichteigenschaften, Beschichtungsrate und Homogenität identische Ergebnisse liefern.

Eine optische Messung der Schichteigenschaften nach jeder Sputterquelle erweist sich als außerordentlich schwierig. Neben hohen Kosten macht insbesondere die hohe Störanfälligkeit dieses Gesamtsystems, welches eine Vielzahl optischer Messsysteme aufweist, solche Verfahren in der Praxis nicht anwendbar.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Sputterquelle anzugeben, welche ohne Kontrolle der abgeschiedenen Schicht und ohne aufwändige Regelschleifen die Abscheidung von Schichten mit definierten Eigenschaften 5 und mit definierten Beschichtungsraten ermöglicht. Weiterhin besteht die Aufgabe darin, eine Sputterquelle anzugeben, welche für hochbrechende Materialien wie Titandioxid eine im Vergleich zum Stand der Technik erhöhte Beschichtungsrate aufweist.

10 Die Aufgabe wird gelöst durch eine Magnetronbeschichtungsanlage gemäß dem unabhängigen Anspruch eins und einem Verfahren zur Abscheidung dünner Schichten gemäß dem unabhängigen Anspruch sieben. Bevorzugte Ausgestaltungen finden sich in den jeweiligen Unteransprüchen.

15 Die erfindungsgemäße Magnetronbeschichtungsanlage besteht aus einer ersten Beschichtungsquelle, einem Hilfssubstrat, welches zwischen dieser ersten Beschichtungsquelle und dem Bereich, welcher zur Aufnahme des zu beschichtenden Substrates vorgesehen ist, angeordnet ist, so wie einem 20 Magnetron. Dabei sind Mittel zur Bestimmung der Massenbelegung dieses Hilfssubstrates vorgesehen und das Hilfssubstrat bildet eine Kathode für das genannte Magnetron.

Zur Abscheidung einer Schicht auf einen Substrat wird 25 demnach zunächst mittels der ersten Beschichtungsquelle eine Schicht mit bekannter Abscheiderate auf ein Hilfssubstrat abgeschieden. Dieses Hilfssubstrat dient nun als Sputterkathode zur Beschichtung des Substrates mittels des Magnetrons. Dabei kann selbstverständlich nicht nur die auf 30 das Hilfssubstrat abgeschiedene Schicht abgetragen werden, sondern auch das Material des Hilfssubstrates selbst. Beide

Materialien bilden in diesem Fall, gegebenenfalls zusammen mit einer gasförmig zugeführten Komponente, die endgültige Schicht auf dem Substrat.

Nach der Bestimmung der Massenbelegung des Hilfssubstrates 5 kann die Massenbelegung des Substrates aus der Massenbilanz des Hilfssubstrats bestimmt werden. Als erste Beschichtungsquelle eignet sich z.B. ein planares Magnetron, eine lineare Ionenquelle, welche ein Target zerstäubt oder Xenon oder Krypton implantiert, eine Linearquelle, die auf 10 dem Prinzip der Laser-Ablation aufbaut oder eine lineare Verdampfungsquelle.

Vorzugsweise ist das Hilfssubstrat als rotierender, zylindrischer Körper ausgeführt. Somit können diejenigen 15 Flächen, welche der ersten Beschichtungsquelle zugewandt sind kontinuierlich mit einer Beschichtung versehen werden während gleichzeitig diejenigen Flächenelemente, welche dem Substrat zugewandt sind, kontinuierlich als Sputterkathode zur Beschichtung des Substrates zur Verfügung stehen. Das Hilfssubstrat ist demnach Bestandteil eines Stabkathoden- 20 magnetrons. Das zylinderförmige Hilfssubstrat kann im Innenbereich hohl sein und damit rohrförmig oder aber als massiver Stab ausgeführt werden. Durch die Rotation des Hilfssubstrates wird das vom ersten Magnetron abgesputterte Material kontinuierlich zum Substrat transportiert und dort 25 abgeschieden.

In einer besonders vorteilhaften Ausführung handelt es sich bei der ersten Beschichtungsquelle um ein planares Magnetron. Dabei wird dieses erste Magnetron in einer reinen 30 Schutzgasatmosphäre betrieben. Somit kann die Beschichtungsrate aus der bekannten Sputterrate sowie aus den elektrischen Entladungsparametern absolut bestimmt werden.

Wird nun das zweite Magnetron mit Reaktivgas oder einer Mischung aus Inert- und Reaktivgas betrieben, so kann die Beschichtungsrate des Substrates aufgrund des stets veränderlichen Reaktivgaspartialdrucks an dieser Stelle nur 5 unzureichend quantifiziert werden. Nach der Bestimmung der Massenbelegung am Hilfssubstrat kann jedoch die Beschichtungsrate des Substrates aus der Massenbilanz des Hilfssubstrates absolut bestimmt werden.

10 Fallweise kann die erste Beschichtungsquelle in einer Abschirmung angeordnet sein, um das Eindringen von Reaktivgaskomponenten, welche die Beschichtungsquelle verunreinigen würden, zu verhindern.

15 Vorteilhaft wird die Massenbelegung des Hilfssubstrates mittel Röntgenfloressenz bestimmt. Insgesamt kann auf diese Weise die Beschichtungsrate des Substrates mit einem Fehler von weniger als 0.1% bestimmt werden.

20 Als Inertgas zum Betrieb des ersten Magnetrons eignet sich insbesondere Argon. Dieses ist ohne großen technischen Aufwand und kostengünstig verfügbar. Darüber hinaus weist Argon als Edelgas ein hohes Ionisierungspotential auf und bleibt auch bei hohen Temperaturen inert. Als Reaktivgas eignet sich insbesondere Stickstoff und/oder Sauerstoff und/oder Methan. Damit lassen sich in Verbindung mit einem metallischen Sputtertarget Nitride, Oxide oder Karbide als 25 dünne Schicht auf dem Substrat abscheiden.

30 Als metallisches Target eignet sich insbesondere eine auf dem Hilfssubstrat abgeschiedene Metallschicht von weniger als 100 Nanometern, besonders bevorzugt eine Schicht von weniger als 10 Nanometer dicke. Aus S. Berg, J. Vac. Sci. Technol. A 10 (1992), S. 1592-1596 ist bekannt, dass die

Sputterrate von Materialien mit implantierten Schweratomen im Vergleich zur Sputterrate des reinen Materials eine deutliche Überhöhung aufweist. Somit können mit der erfindungsgemäßen Magnetron-Beschichtungsanlage auch bei 5 Betriebszuständen außerhalb des Transition Modes hohe Abscheideraten erzielt werden. Für Materialien mit hohen Brechungsindex, wie z.B. Titandioxid, erlaubt die erfindungsgemäße Vorrichtung die Beschichtungsrate um mehr als 50% zu steigern.

10 Eine besonders hohe Steigerung der Beschichtungsrate ergibt sich demnach dann, wenn die mittels des ersten Magnetrons abgeschiedene Metallschicht eine größere Massenzahl aufweist, als die durchschnittliche Massenzahl des Materials des Hilfssubstrates. So ist beispielsweise die Sputterrate 15 einer 2 nm dicken Schicht Wolfram auf einem Hilfssubstrat aus Aluminium bis zu einem Faktor 3 größer als die Sputterrate eines homogenen Wolframtargets.

Das zweite Magnetron kann, wie aus dem Stand der Technik bekannt, als Einzelmagnetron mit Gleichspannung oder mit 20 gepulster Gleichspannung betrieben werden. Vorteilhafterweise wird jedoch die erfindungsgemäße Vorrichtung als Doppelmagnetron mit einer Wechselspannung von etwa 10 kHz bis etwa 100 kHz betrieben. Besonders vorteilhaft ist der Betrieb mit einer Frequenz von 40 kHz. Beim Betrieb als 25 Doppelmagnetron werden zwei der in Figur 1 gezeigten Anordnungen mit den Polen einer Wechselspannungsquelle verbunden. Damit wird jedes Hilfssubstrat abwechselnd als Anode und Kathode geschaltet. Durch den abwechselnden Elektronenbeschuss der Hilfssubstrate erfolgt eine effektive 30 Einigung der Oberflächen der Hilfssubstrate. Dies vergrößert wunschgemäß die Prozessstabilität. Weiterhin führt der

Betrieb von mindestens zwei Hilfssubstraten als Doppelmagnetron zu einer größeren Plasmadichte und damit wunschgemäß zu verbesserten Schichteigenschaften.

Die erfindungsgemäße Magnetronbeschichtungsanlage bietet 5 somit erstmals die Möglichkeit, mit Hilfe der eingebauten Messtechnik das Erreichen einer vorgegebenen Schichtdicke auf einfachem Wege zu überwachen. Mit Hilfe dieser Technologie können auch große In-line Sputveranlagen mit 10 einer Vielzahl von Beschichtungsstationen realisiert werden, welche mit den bisher verfügbaren Regelungsverfahren und 15 optischen Diagnosesystemen nicht handhabbar waren.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer Figur beispielhaft erläutert.

Figur 1 zeigt den schematischen Aufbau eines Magnetronbeschichtungsmoduls gemäß der vorliegenden Erfindung.

Die Figur zeigt in ihrem zentralen Teil ein zylindrisches Hilfssubstrat 2, welches um seine Längsachse rotiert. Unterhalb des zylindrischen Hilfssubstrates ist das zu beschichtende Substrat 1 angeordnet. Bei diesem Substrat 20 kann es sich beispielsweise um Architekturglas handeln. Das Substrat 1 wird unterhalb der Beschichtungsanlage hindurch bewegt. Durch eine an das Hilfssubstrat 2 angelegte Spannung wird im Bereich 3 zwischen dem Hilfssubstrat 2 und dem Substrat 1 Plasma gezündet. Das Hilfssubstrat bildet somit 25 eine Stabkathode, von welcher Material abgesputtert wird, welches das als Anode geschaltete Substrat 1 beschichtet. Im Bereich 3 befindet sich eine Mischung aus Inert- und Reaktivgas, welche die Abscheidung einer mehrkomponentigen Schicht erlaubt. Auf der entgegengesetzten Seite des 30 Hilfssubstrates 2 befindet sich ein planares Magnetron 5 in

einer Abschirmung 4. In diesem Fall ist das Hilfssubstrat 2 als Anode geschaltet, welche im Plasmabereich 7 mit Material der planaren Sputterkathode 5 beschichtet wird. Die Gasphase im Bereich 7 enthält ausschließlich Inertgas, so dass die 5 Abscheiderate im Bereich 7 aus den bekannten Sputterraten und den elektrischen Parametern bestimmbar ist. Die Beschichtungsrate auf dem Substrat 1 ergibt sich aus der Massenbilanz am Hilfssubstrat 2. Neben der bekannten Beschichtungsrate im Bereich 7 wird hierzu noch die 10 Massenbelegung nach dem Sputterprozess im Bereich 3 benötigt. Hierzu befindet sich eine Einrichtung zur Bestimmung der Röntgenfloressenz 6 hinter der Plasmazone 3. Die Einrichtung 6 enthält dabei eine Röntgenquelle zur Bestrahlung des Hilfssubstrates 2 und einen Photodetektor zur 15 Bestimmung der vom Hilfssubstrat reflektierten Röntgenstrahlung.

Patentansprüche

1. Magnetron-Beschichtungsanlage, bestehend aus
 - einer ersten Beschichtungsquelle (5)
 - 5 • einem Hilfssubstrat (2), angeordnet zwischen dieser ersten Beschichtungsquelle und dem Bereich, welcher zur Aufnahme des zu beschichtenden Substrates (1) vorgesehen ist
 - ein Magnetron (3), wobei das Hilfssubstrat (2) eine Kathode für dieses Magnetron bildet
 - Mittel zur Bestimmung der Massenbelegung (6) des Hilfssubstrates (2).
2. Magnetron-Beschichtungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Hilfssubstrat zylinderförmig 15 ausgebildet und das Magnetron ein Stabkathodenmagnetron ist.
3. Magnetronbeschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Beschichtungsquelle ein planares Magnetron ist.
- 20 4. Magnetronbeschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Beschichtungsquelle eine Abschirmung (4) aufweist.
5. Magnetronbeschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur 25 Bestimmung der Massenbelegung (6) eine Einrichtung zur Bestimmung der Röntgenfloreszenz enthalten.
6. Magnetronbeschichtungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetron (2,3)

mehrere Kathoden aufweist, welche jeweils ein Hilfssubstrat (2) enthalten.

7. Verfahren zur Abscheidung dünner Schichten, bei welchem mittels einer ersten Beschichtungsquelle eine Schicht auf ein Hilfssubstrat abgeschieden und dieses Hilfssubstrat als Kathode zur Beschichtung eines Substrates mittels eines Magnetrons verwendet und die Massenbelegung des Hilfssubstrates bestimmt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die abgeschiedene Schichtdicke auf dem Hilfssubstrat weniger als 100 nm beträgt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die abgeschiedene Schichtdicke auf dem Hilfssubstrat weniger als 10 nm beträgt.
10. 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die abgeschieden Schicht eine Metallschicht ist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht überwiegend aus einem Element besteht, welches eine größere Massenzahl aufweist als die durchschnittliche Massenzahl des Materials des Hilfssubstrates.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrieb des ersten Magnetrons mit Inertgas und der Betrieb des zweiten Magnetrons mit Inert- und/oder Reaktivgas erfolgt.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Inertgas Argon enthält und/oder das Reaktivgas Stickstoff und/oder Sauerstoff und/oder Methan enthält.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Massenbelegung auf dem Hilfstarget bestimmt wird, nachdem dieses als Kathode zur Beschichtung eines Substrates mittels eines zweiten Magnetrons verwendet wurde.

5

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Massenbelegung des Hilfstargets mittels Röntgenfloureszenz bestimmt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch

10 gekennzeichnet, dass das Magnetron (2,3) mit Gleichspannung oder gepulster Gleichspannung betrieben wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch

gekennzeichnet, dass das Magnetron (2,3) als mehrere Kathoden aufweisendes Magnetron mit einer Frequenz von 15 etwa 10 kHz bis etwa 100 kHz betrieben wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 17, dadurch

gekennzeichnet, dass auf dem Substrat eine Schicht abgeschieden wird, welche Titandioxid enthält.

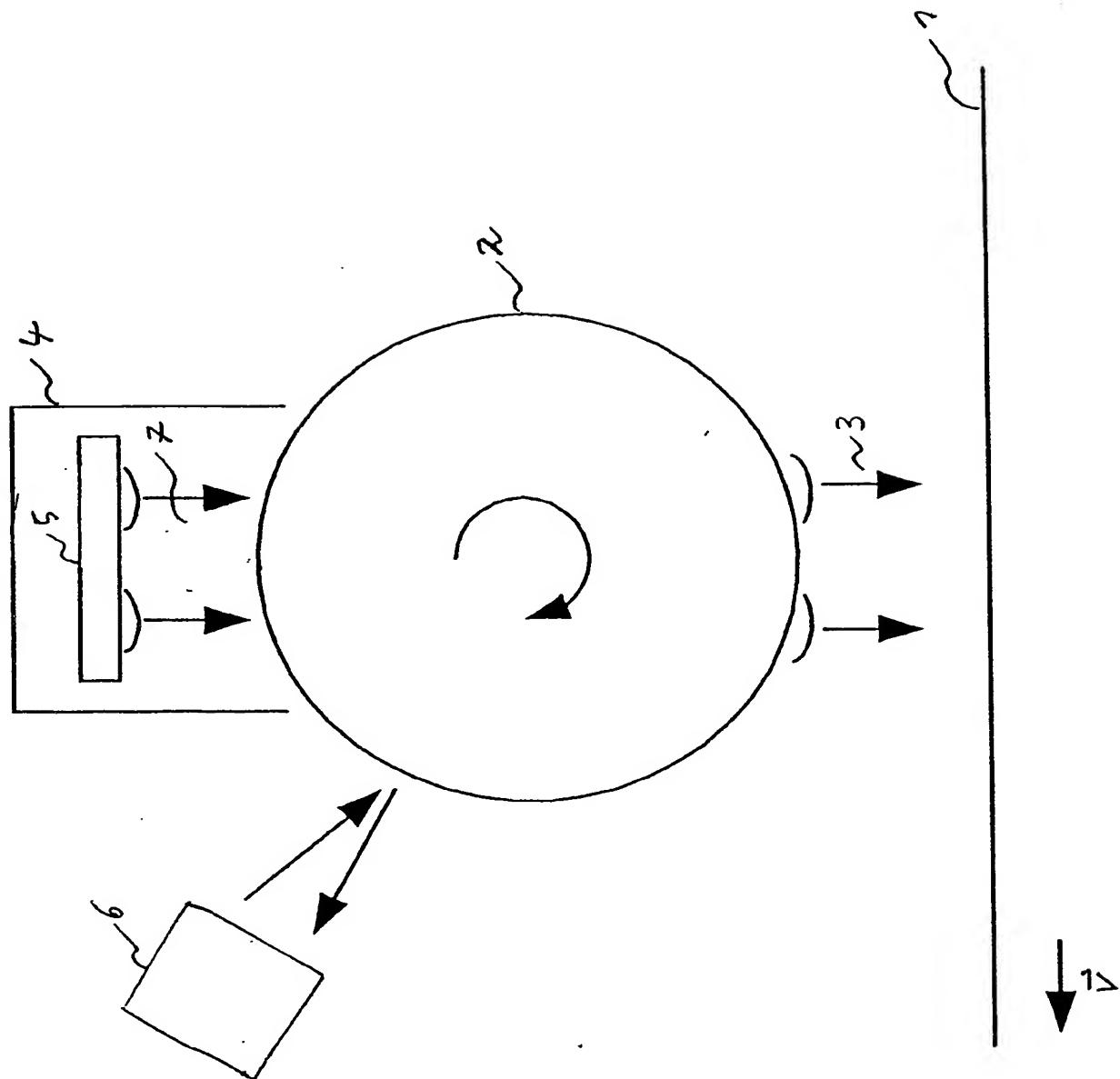


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/013532A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C23C14/34 C23C14/35 C23C14/56 C23C14/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| X | EP 0 291 044 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LIMITED; SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LI) 17 November 1988 (1988-11-17) column 8, line 38 - line 45; figures 1,2; example 1 ----- | 1-18 |
| X | DE 44 18 906 A1 (LEYBOLD AG, 63450 HANAU, DE; UNAXIS DEUTSCHLAND HOLDING GMBH) 7 December 1995 (1995-12-07) claims 1-13; figure 1 ----- -/- | 1,2,4-18 |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

| | |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search 12 August 2005 | Date of mailing of the international search report 05/09/2005 |
|---|--|

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kiliaan, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

| |
|------------------------------|
| International Application No |
| PCT/EP2004/013532 |

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | <p>BARANOV A ET AL: "IN SITU X-RAY REFLECTIVITY FOR THIN-FILM DEPOSITION MONITORING AND CONTROL" SOLID STATE TECHNOLOGY, COWAN PUBL.CORP. PORT WASHINGTON, NY, US, vol. 42, no. 5, May 1999 (1999-05), pages 53,55-56,58, XP000822947 ISSN: 0038-111X the whole document</p> <p>-----</p> | |
| A | <p>VERGOHL M ET AL: "Real time control of reactive magnetron-sputter deposited optical filters by in situ spectroscopic ellipsometry" THIN SOLID FILMS, ELSEVIER-SEQUOIA S.A. LAUSANNE, CH, vol. 377-378, 1 December 2000 (2000-12-01), pages 43-47, XP004226666 ISSN: 0040-6090</p> <p>-----</p> | |
| A | <p>VERGOHL M ET AL: "In situ monitoring of optical coatings on architectural glass and comparison of the accuracy of the layer thickness attainable with ellipsometry and photometry" THIN SOLID FILMS, ELSEVIER-SEQUOIA S.A. LAUSANNE, CH, vol. 392, no. 2, 30 July 2001 (2001-07-30), pages 258-264, XP004250749 ISSN: 0040-6090</p> <p>-----</p> | |
| A | <p>EP 0 537 011 A (THE BOC GROUP PLC) 14 April 1993 (1993-04-14)</p> <p>-----</p> | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/013532

| Patent document cited in search report | | Publication date | | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|----|------------------|----|-------------------------|--|------------------|
| EP 0291044 | A | 17-11-1988 | JP | 1056868 A | | 03-03-1989 |
| | | | JP | 2033484 C | | 19-03-1996 |
| | | | JP | 7072349 B | | 02-08-1995 |
| | | | CA | 1330548 C | | 05-07-1994 |
| | | | DE | 3883422 D1 | | 30-09-1993 |
| | | | DE | 3883422 T2 | | 17-02-1994 |
| | | | EP | 0291044 A2 | | 17-11-1988 |
| | | | US | 4866032 A | | 12-09-1989 |
| DE 4418906 | A1 | 07-12-1995 | US | 5558750 A | | 24-09-1996 |
| EP 0537011 | A | 14-04-1993 | DE | 69226322 D1 | | 27-08-1998 |
| | | | DE | 69226322 T2 | | 24-12-1998 |
| | | | EP | 0537011 A1 | | 14-04-1993 |
| | | | JP | 5214522 A | | 24-08-1993 |
| | | | US | 5384021 A | | 24-01-1995 |

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013532

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 C23C14/34 C23C14/35 C23C14/56 C23C14/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | EP 0 291 044 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LIMITED; SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LI) 17. November 1988 (1988-11-17) Spalte 8, Zeile 38 – Zeile 45; Abbildungen 1,2; Beispiel 1 ----- | 1-18 |
| X | DE 44 18 906 A1 (LEYBOLD AG, 63450 HANAU, DE; UNAXIS DEUTSCHLAND HOLDING GMBH) 7. Dezember 1995 (1995-12-07) Ansprüche 1-13; Abbildung 1 ----- | 1,2,4-18 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *&* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

| | |
|---|---|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 12. August 2005 | 05/09/2005 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter Kiliaan, S |

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

| |
|---|
| Internationales Aktenzeichen PCT/EP2004/013532 |
|---|

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | BARANOV A ET AL: "IN SITU X-RAY REFLECTIVITY FOR THIN-FILM DEPOSITION MONITORING AND CONTROL" SOLID STATE TECHNOLOGY, COWAN PUBL.CORP. PORT WASHINGTON, NY, US, Bd. 42, Nr. 5, Mai 1999 (1999-05), Seiten 53,55-56,58, XP000822947 ISSN: 0038-111X das ganze Dokument | |
| A | VERGOHL M ET AL: "Real time control of reactive magnetron-sputter deposited optical filters by in situ spectroscopic ellipsometry" THIN SOLID FILMS, ELSEVIER-SEQUOIA S.A. LAUSANNE, CH, Bd. 377-378, 1. Dezember 2000 (2000-12-01), Seiten 43-47, XP004226666 ISSN: 0040-6090 | |
| A | VERGOHL M ET AL: "In situ monitoring of optical coatings on architectural glass and comparison of the accuracy of the layer thickness attainable with ellipsometry and photometry" THIN SOLID FILMS, ELSEVIER-SEQUOIA S.A. LAUSANNE, CH, Bd. 392, Nr. 2, 30. Juli 2001 (2001-07-30), Seiten 258-264, XP004250749 ISSN: 0040-6090 | |
| A | EP 0 537 011 A (THE BOC GROUP PLC) 14. April 1993 (1993-04-14) | |

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013532

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|----|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0291044 | A | 17-11-1988 | JP | 1056868 A | 03-03-1989 |
| | | | JP | 2033484 C | 19-03-1996 |
| | | | JP | 7072349 B | 02-08-1995 |
| | | | CA | 1330548 C | 05-07-1994 |
| | | | DE | 3883422 D1 | 30-09-1993 |
| | | | DE | 3883422 T2 | 17-02-1994 |
| | | | EP | 0291044 A2 | 17-11-1988 |
| | | | US | 4866032 A | 12-09-1989 |
| DE 4418906 | A1 | 07-12-1995 | US | 5558750 A | 24-09-1996 |
| EP 0537011 | A | 14-04-1993 | DE | 69226322 D1 | 27-08-1998 |
| | | | DE | 69226322 T2 | 24-12-1998 |
| | | | EP | 0537011 A1 | 14-04-1993 |
| | | | JP | 5214522 A | 24-08-1993 |
| | | | US | 5384021 A | 24-01-1995 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.